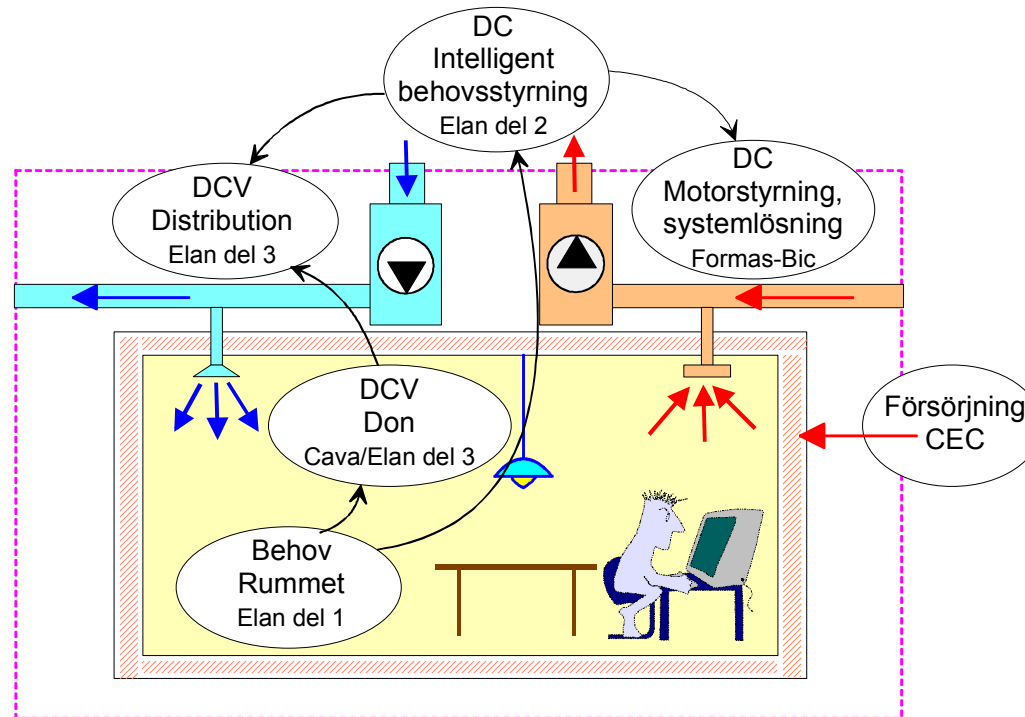


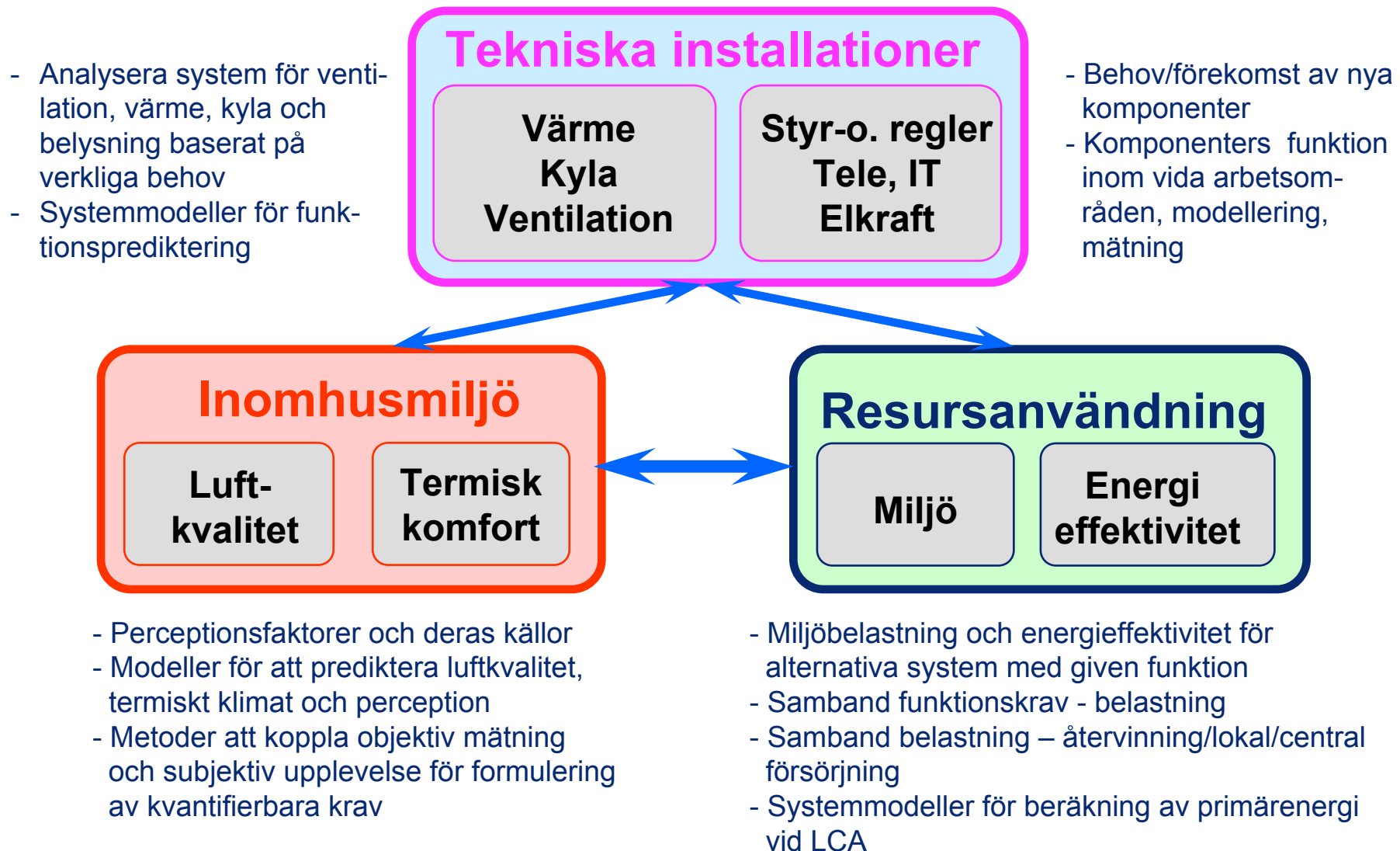
## - Inomhusmiljö, installationer, resursanvändning

- **Mobil**
- *Bilare*
- *Buss*
- *Lastb*
- *Tåg*
- *Flyg*
- *Båtar*



Chalmers tekniska högskola

# VÅRA FORSKNINGSSOMRÅDEN

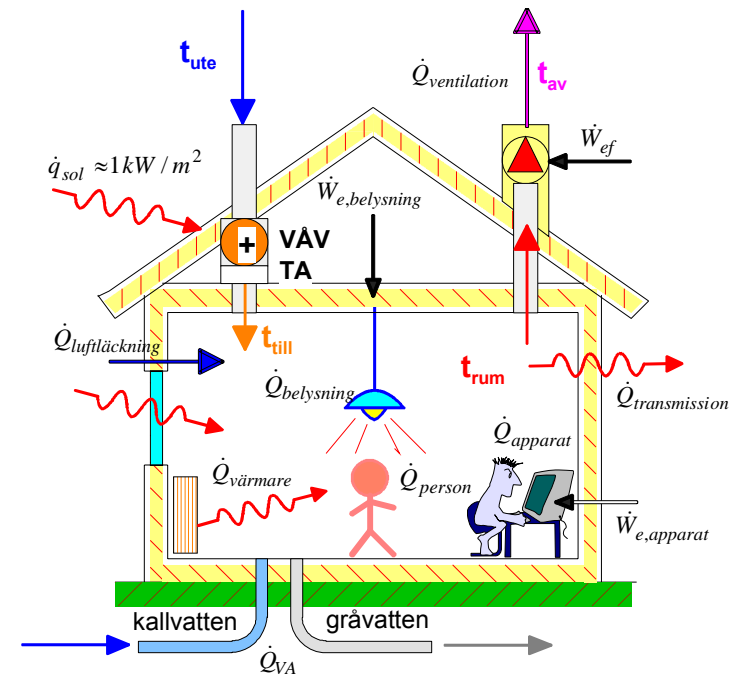


# BEHOV OCH BEHOVSRELATERAD STYRNING

- **Verksamhet**  
*Människor*  
*Processer* ➔ **Klimatkrav**

- **Tekniska installationer**  
Klimatisering  
(värme, kyla, ventilation)  
Belysning .....

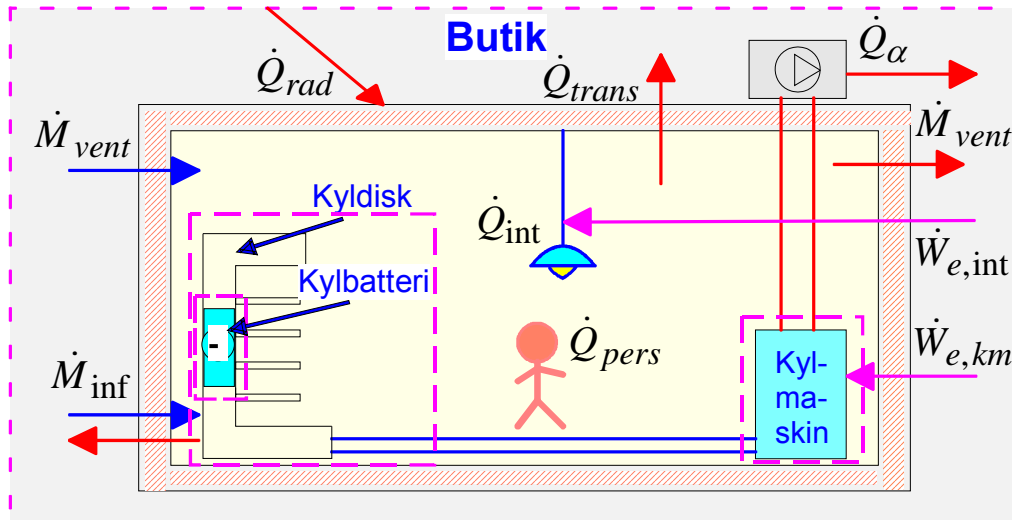
- **Försörjningssystem**  
Energi (arbete, värme)  
Information (tele, data, ...)  
Processmedia .....



**ELAN**  
**Människa och teknik**

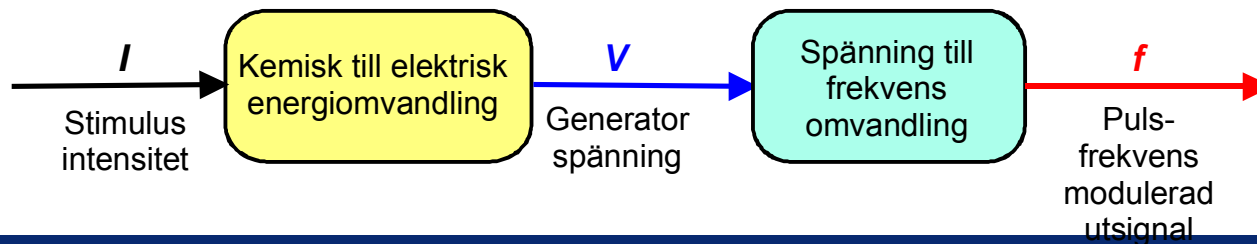
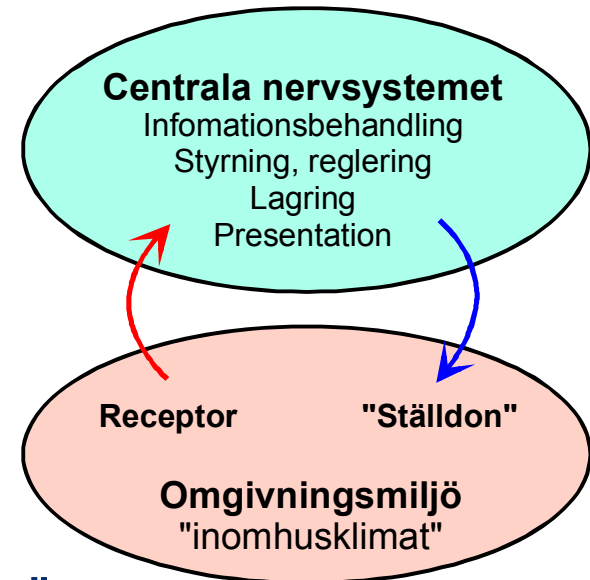
# VERKSAMHETENS BEHOV

- Bostäder och *kontor*
- Skolor
- *Sjukhus*
- *Butiker*
- Komplexa behov
  - Butiker
  - Sjukhus



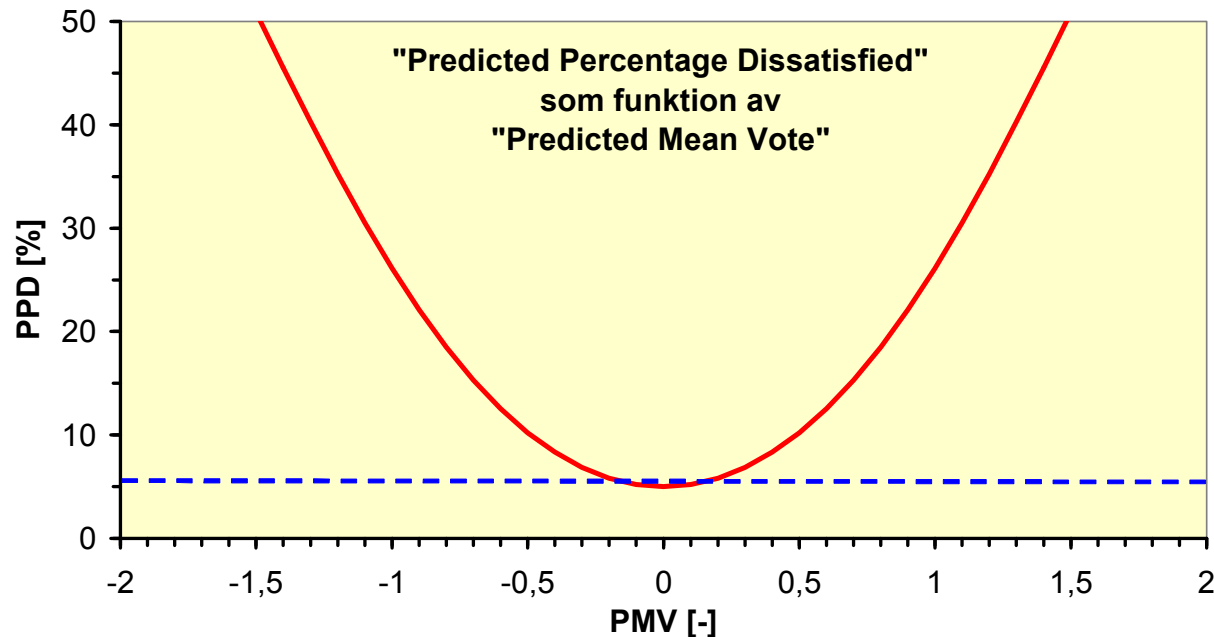
# MÄNNISKORS BEHOV

- **Termisk komfort**
  - Lufttemperatur
  - Strålningstemperatur
  - Lufthastighet
  - Luftfuktighet
- **Frisk luft**
  - Sval och torr "som champagne"
  - Låg partikelhalt
  - Fri från främmande gaser



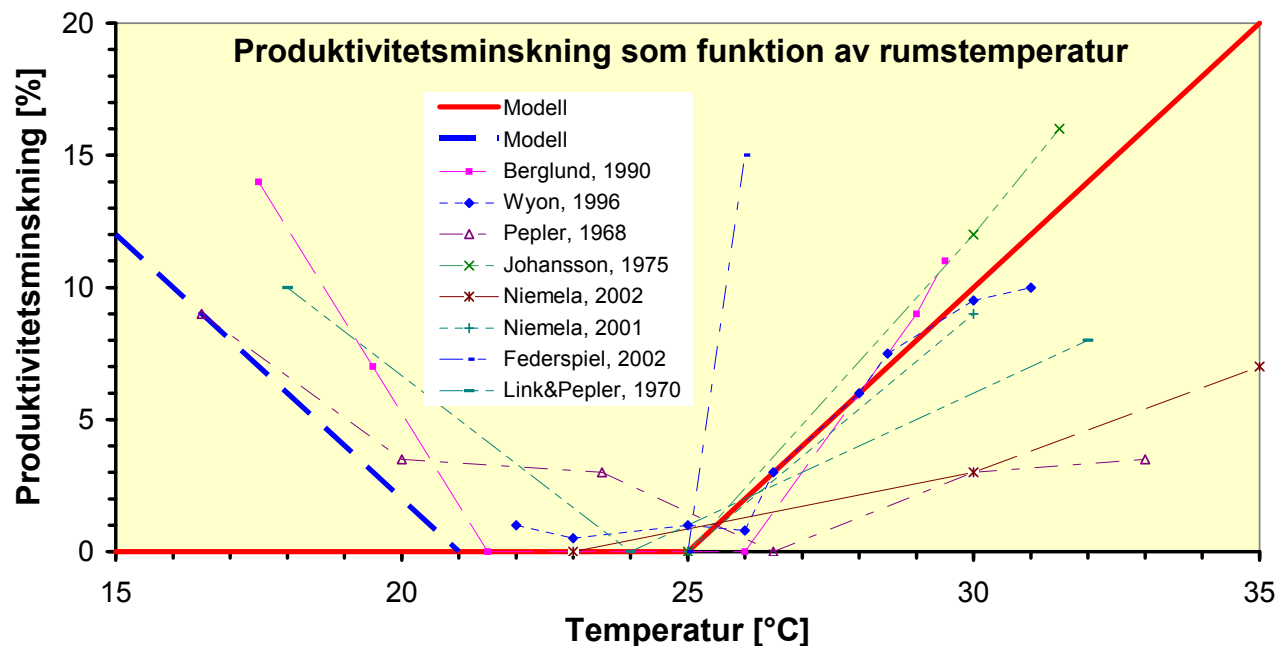
# UPPLEVELSEFAKTORER

- Termisk balans (välkänt?)
- Psykosociala faktorer, stress
- Receptorer och signalbehandling



# KONSEKVENSER AV DÅLIGT INOMHUSKLIMAT

- **Produktivitetsförlust** (kvalitet och kvantitet)
- **Sjukfrånvaro och personalomsättning**
- **Klagomål** (mer arbete för fastighetsdriften)



## KONTORSEKONOMI?

- **Personalkostnad: 100 000 SEK/m<sup>2</sup>/år**
- **Hyra: 2 000 SEK/m<sup>2</sup>/år**
- **Kapitalkostnad installation: 200 - 1 000 SEK/m<sup>2</sup>/år**
- **Energikostnad: 100 - 500 SEK/m<sup>2</sup>/år**



# BYGGNADENS BEHOV

- **Byggnad**
  - Flexibilitet, planlösning
  - Estetik
  - Materialval
  - Energi&Miljö (LCA)
- **Verksamhet**
  - Drift och underhåll (LCC)
  - Energi
  - Teknisk utrustning
- ***Inre och yttre försörjningssystem***



**Yttre laster!**

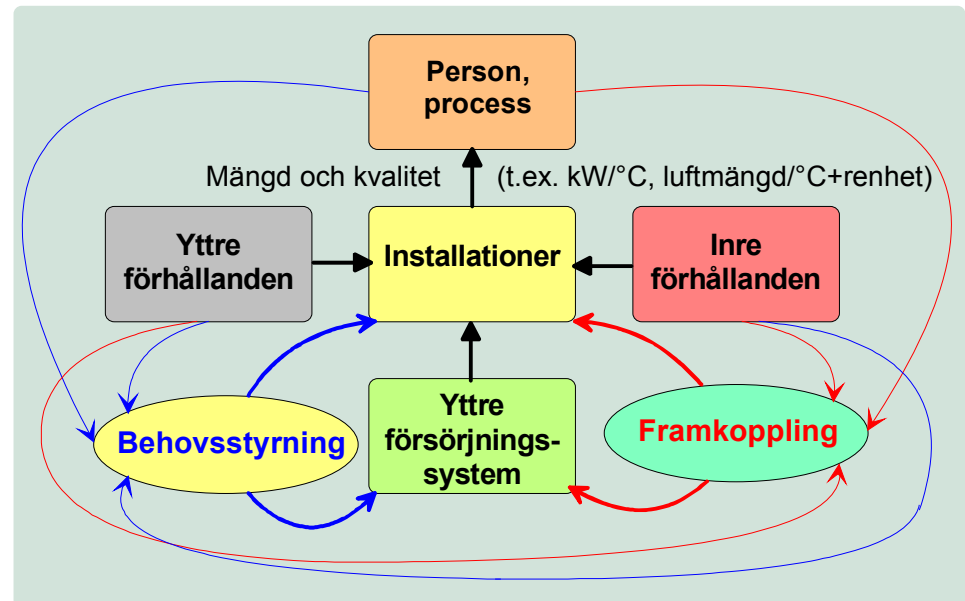
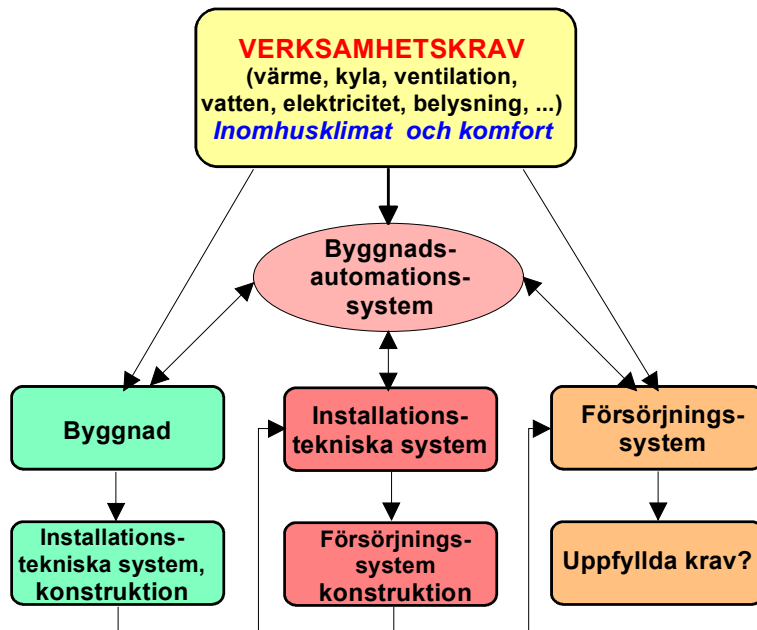
**Inre laster!  
(1+1=2)**



# INSTALLATIONSTEKNISKA SYSTEM

- Klimatstyrande installationer

- *Behovsstyrning*
- *Framkoppling*
- *Prognosstyrning*



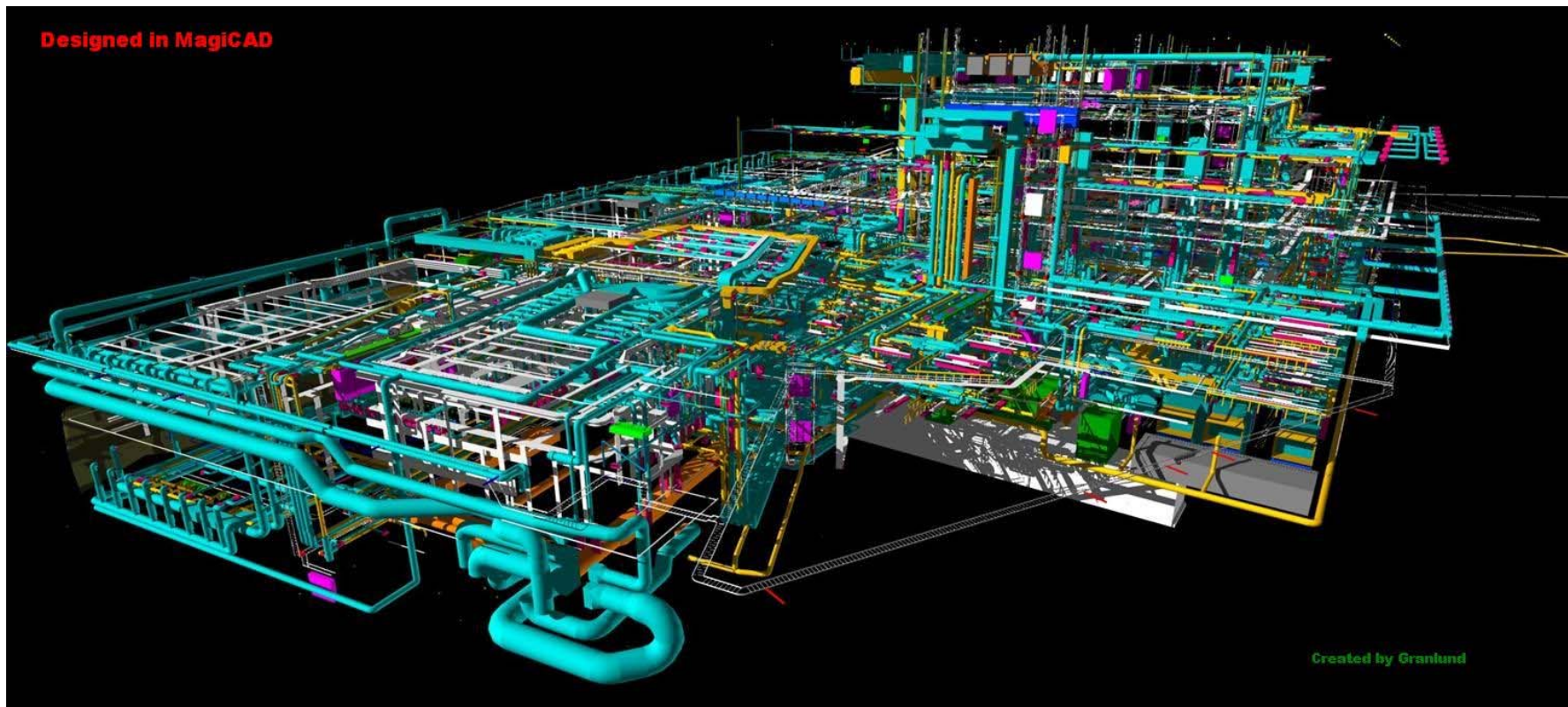
**Behov****Inomhusmiljö: Behovsanalys (beteende, verksamhet)****Behovs-  
styr-  
ning****Tekniska installationer:** Behovsstyrning → önskad  
funktion med låg el-användning

Styr- och reglerteknik

Värme  
 $\dot{W}_e / \dot{Q}$ Överföring  
DistributionKyla  
 $\dot{W}_e / \dot{Q}$ Överföring  
DistributionVent.  
 $\dot{W}_e / \dot{V}$ Rening  
DistributionBelysn.  
 $\dot{W}_e / \Phi$ Apparater  
DistributionVerks.  
 $\dot{W}_e / \text{pers}, m^2,$ Apparater  
Distribution**Energi  
och  
Miljö**

# VART TAR ENERGIN VÄGEN I BYGGNADER?

- Lokalbyggnad ur en installationsteknikers perspektiv



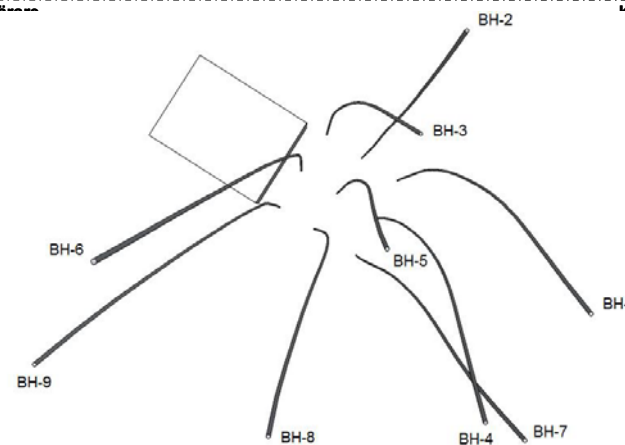
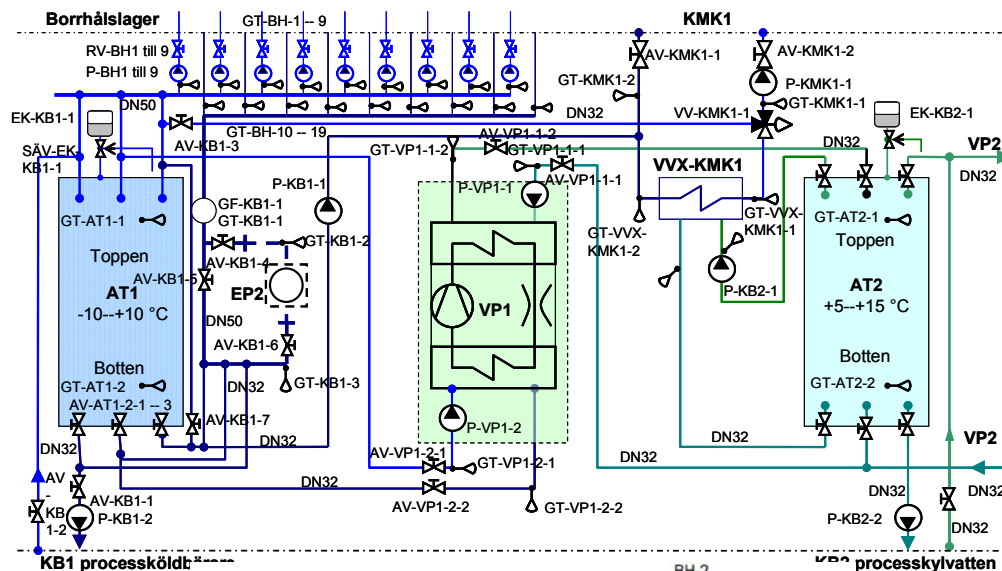
# PERSONALRESURSER

Kategori	Antal	Årsekv.
• Professor	1	1
• Ekonom/tekniker	2	1
• Seniorforskare, lektorer (adj. och bitr. professorer, docenter)	5+1	3,2+1
• Seniorforskare ("outsourcade")	3	1
• Forskarassistenter	1	1
• Doktorander (anställda)	6+1	6+1
• Doktorander (stipendiater)	0	0
• Doktorander (industrin)	6	3-4
• TOTALT	25	18-19



# LABORATORIERESURSER

- Inomhusmiljö
- Installationer
- Energi/miljö



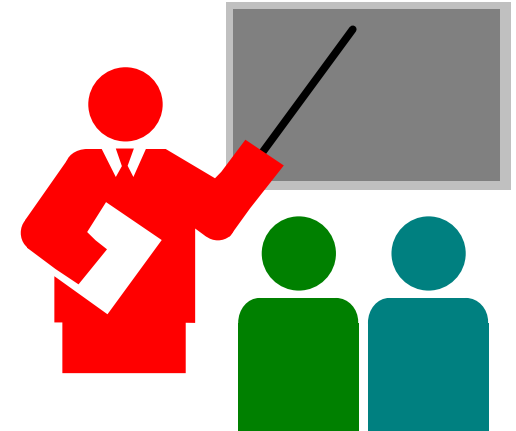


# ÖVRIGA RESURSER (OMVÄRLDSFÖRANKRING)

- **Ett flertal företag medverkar i utbildningen**  
(t.ex. i projekteringskursen)
- **Ett 40-tal företag medverkar i våra forskningsprojekt**
- **Implementering av forskningsresultat i system och produkter**  
(t.ex. kapacitetsreglerade kompressorer, pumpar, fläktar; återladdning av borrhål, tilluftsdon, styr- och reglerprinciper, miljövärderingssystem, .....)
- **Nya lösningar på gång!**
- **Företag satsar på våra experimentella resurser**  
(en stor del av övriga laboratorier läggs ned; lab. behöver verksamhet!)
- **Internationell och nationell samverkan**  
(USA, Kina, Norden, CEC, SP, KTH, LTH...)
- **Våra civilingenjörer och forskare är eftersökta**
- **Många prisbelönta avhandlingar och examensarbeten**

# GRUNDUTBILDNING (B.Sc.nivå)

- **Byggingenjörsutbildning**
  - VA-teknik (6 p)
  - Installationsteknik (6 p)
  - Sanitetsinstallationer (4,5 p)
  - Projektarbete VVS (4,5 p)
  - Värme- och ventilationsinstallationer (7,5 p)
  - Installationssamordning (3 p)
  - Mätteknik
  - Kandidatarbeten
- **Grundutbildning (V, M, A)**
  - Byggnaden som klimatsystem (V3, 4 p)
  - Kandidatarbeten

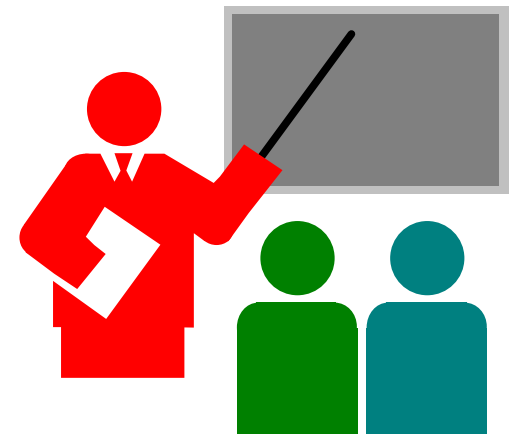




# GRUNDUTBILDNING (M.Sc.nivå)

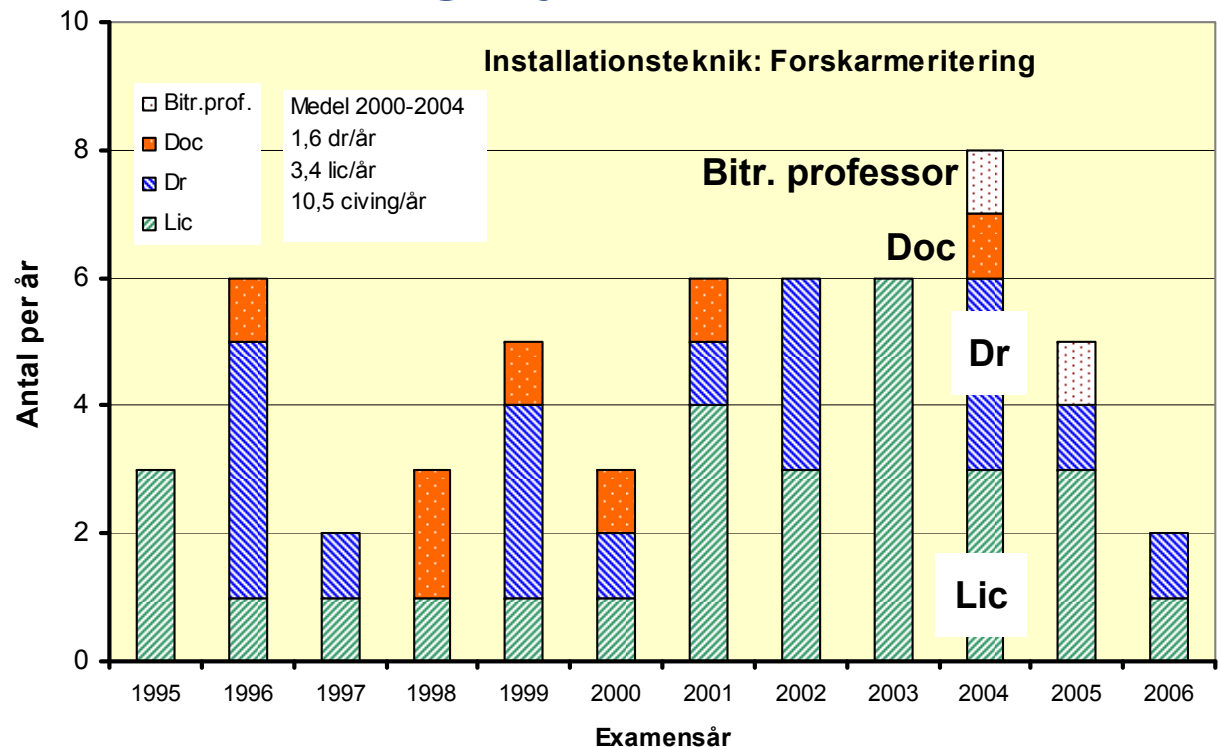
**Mastersprogram** (*både system och teknik!*):

- ***Structural Engineering and Building Performance Design (BoM)***
  - HVAC systems engineering
  - HVAC systems design
  - Examensarbeten
- ***Architecture and Engineering (A)***
  - Indoor climate and HVAC
  - Examensarbeten
- ***Sustainable Energy Systems (EoM)***
  - Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems Engineering
  - Air-conditioning, refrigeration and heat pump technology
  - Examensarbeten



## UTBILDNINGENS OMFATTNING

- Nordens största utbildning av civilingenjörer och forskare med inriktning installationsteknik
- 10-20 specialutbildade civilingenjörer per år
- 5-15 examensarbeten per år
  - 5–10 egna doktorander
  - 5–10 industri-doktorander
- 3-6 forskar-examina per år



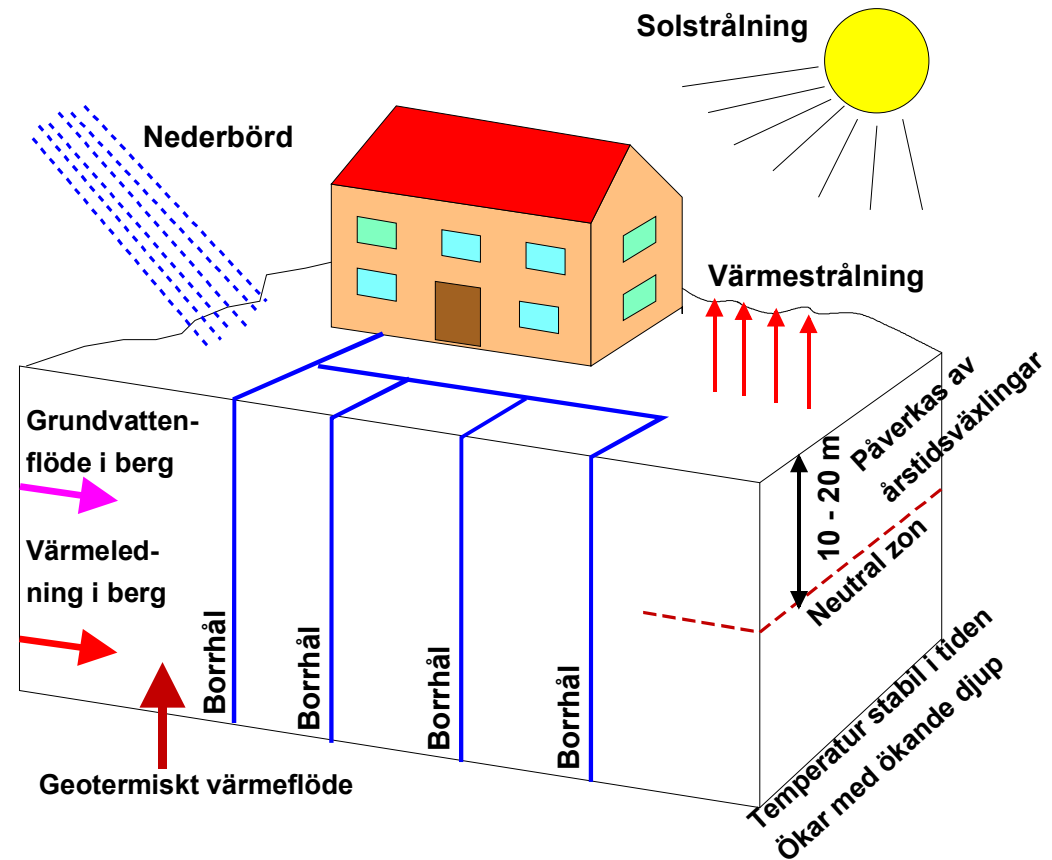
## Praktik 1

# MARKVÄRME MED VÄRMEPUMP

## - Värme, kyla (frikyla) och lagring i berg



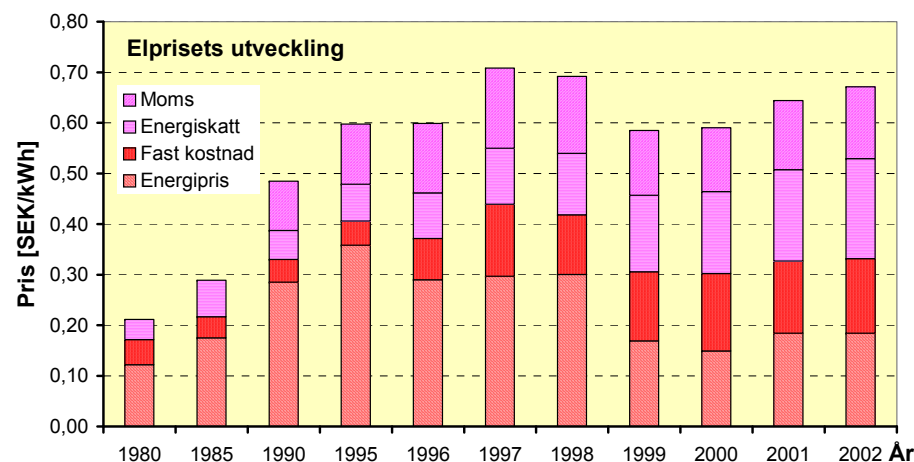
- **Värmekälla**
- **Värmesänka**
- **Värmelager**



## Praktik 4

## SMÅHUS: FÖRUTSÄTTNINGAR

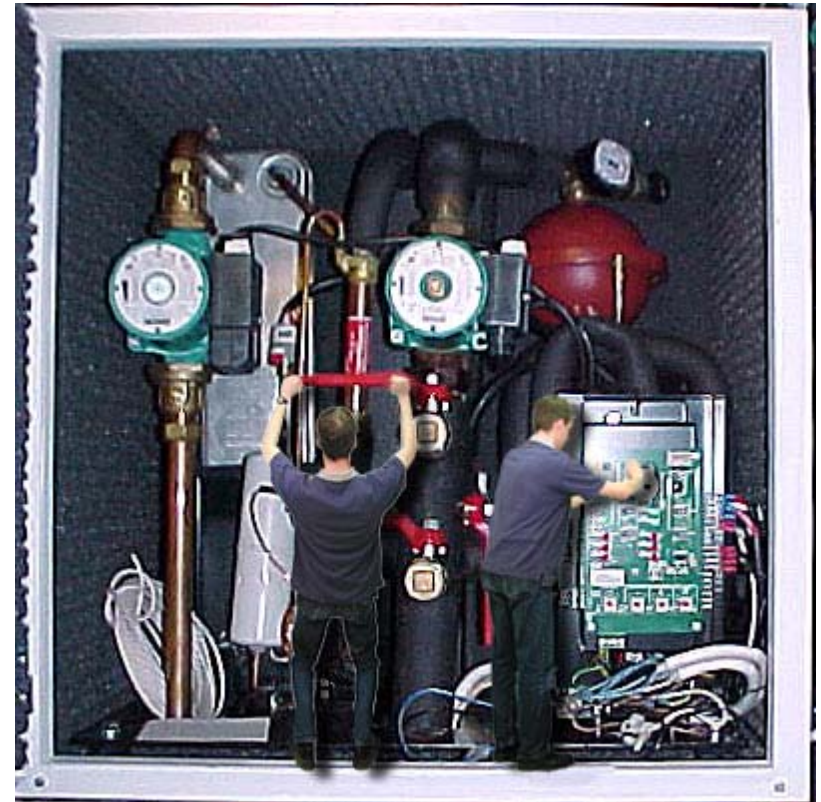
- **Borås** (Nutek/STEM referens)
  - Klimatzon 4,  $t_{\text{år}} = +5,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- **Byggnad:** 1977, fristående
  - BRA =  $140 + 10 \text{ m}^2$
  - torpargrund
  - isolering 12 cm ( $U \approx 0,35 \text{ W/m}^2/\text{K}$ ),
  - fönster 2-glas ( $U \approx 2 \text{ W/m}^2/\text{K}$ )
- **Installationer:**
  - F-ventilation,  $165 \text{ m}^3/\text{h}$  (0,5 oms/h)
  - Direktel , 10,3 kW
  - El-beredare, 300 liter, 1,5/3 kW
- **Totalt köpt energi:**  
25 MWh/år,  $167 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$



## Praktik 5

## VINNARKONCEPT

- **Fast pris 39 000 SEK**
  - värmepump ca. 4 kW
  - borrhål 60 m
  - fläktkonvektor ca. 4 kW
- **Tillägg 3 000 SEK**
  - större fläktkonvektor
  - en radiator
- **Förväntad besparing**
  - 9000 kWh/år (uppvärmning)
- **Utvärdering + förberedelse av framtida modifieringar**

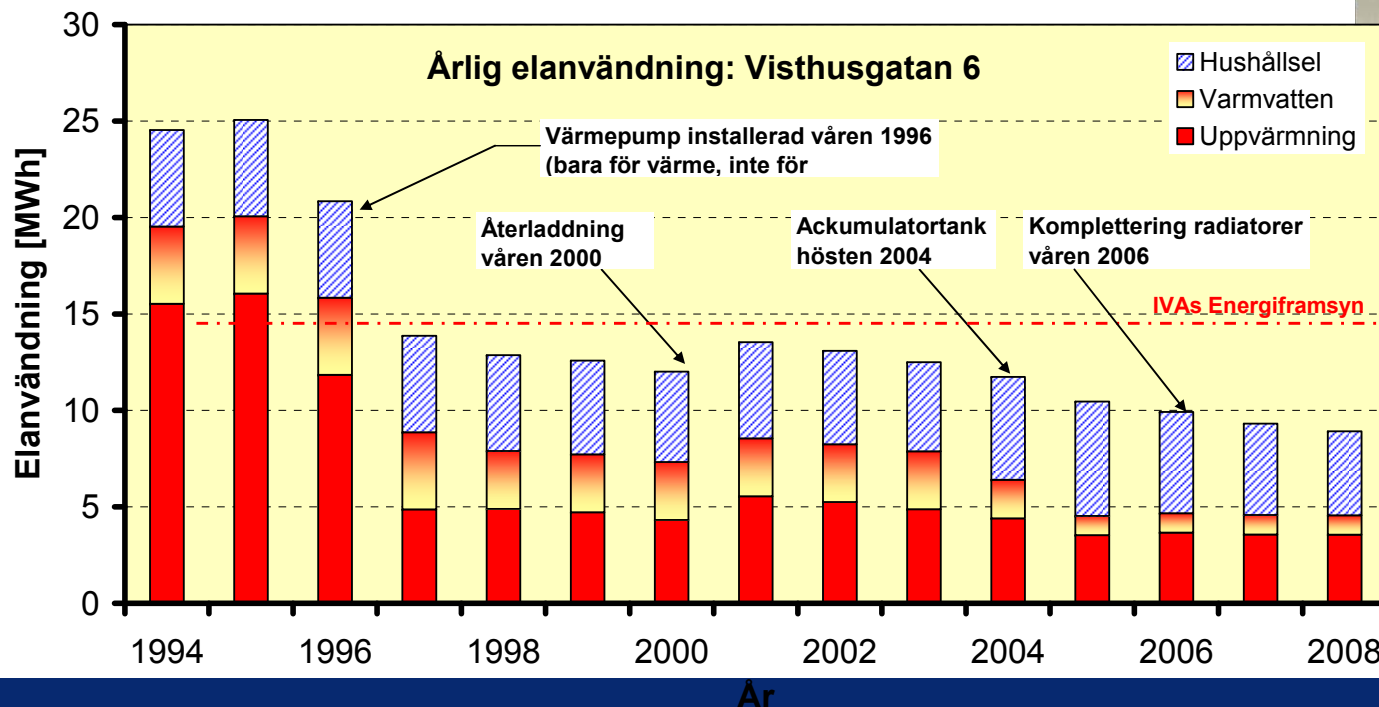




## Praktik 13

## OMBYGGNAD 3+4: RESULTAT

- **Ökad besparing:**  $SPF = 2,7 \rightarrow SPF = 3,7$   
(varmvatten + lägre värmesystemtemperatur)
- **Längre drifttider, färre starter** (tillförlitlighet)
- **Bättre reglerbarhet**



## SAMMANFATTNING

- **Naturen ställer upp som värmekälla och lager**
  - Kraftigt minskat behov av *köpt* energi
- **Besparing: 25 MWh/år → 9-10 MWh /år**
  - 4,5 MWh/år för värme och varmvatten
  - 167 kWh/m<sup>2</sup>/år → 63 kWh/m<sup>2</sup>/år
- **Typiskt 70-tals direktelvärt småhus med lägre specifik energianvändning än moderna "passivhus"**
- **Bättre styrning av inomhusklimatet än i "passivhus"**
- **Ekonomi: Rak pay-off 5 år, nuvärde 260 000 SEK**
  - Investering ca. 80 000 SEK, besparing ca. 16 000 SEK/år

